



Karakteristik Endapan Tsunami Berdasarkan Metode Granulometri dan Metode Suseptibilitas di Sulawesi Tengah

Charactristic of Tsunami Deposits Based on Granulometric Method and Susceptibility Method in Central Sulawesi

Mutiara Kusumawardani^{*)}, Sandra Kasim, Maskur

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako

ABSTRACT

Characteristic of Tsunami Deposits Based on Granulometric Method and Susceptibility Method in Central Sulawesi. The purpose of this research is to know the magnetic and nonmagnetic properties of the sediment material as the result of tsunami deposits in Tonggolibibi area of Donggala Regency, Palu City of Central Sulawesi. Nonmagnetic characteristics performed by granulometry method show that in the region of Tonggolibibi in the samples 03 B, 06 C and 09 B found tsunami deposits while for the city of Palu found tsunami sediments at the point 10. The value of tsunami sediment sorting obtained in the study area, showed that the current strength and Unstable waves (Poorly sorted) ranging from 1Φ to 2Φ . Magnetic susceptibility values using the MS2D suseptibility meter (Bartington). The value of susceptibility that has been obtained is then averaged using a weighted average formula. Magnetic characteristic obtained from susceptibility method, for sample 03 B, 06 C, 09 B and 10 are $91,89 \pm 03 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{kg}$; $19,95 \pm 0,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{kg}$; $28 \pm 0,29 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{kg}$ and $8,8 \pm 0,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{kg}$, respectively

Keywords: *Tsunami Deposit, Granulometry, Susceptibility*

ABSTRAK

Karakteristik Endapan Tsunami Berdasarkan Metode Granulometri dan Metode Suseptibilitas di Sulawesi Tengah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat magnetik dan nonmagnetik dari material sedimen yang merupakan endapan hasil tsunami di daerah Tonggolibibi Kabupaten Donggala dan di Kota Palu Sulawesi. Karakteristik nonmagnetik yang dilakukan dengan metode granulometri didapatkan bahwa di Daerah Tonggolibibi pada sampel 03 B, 06 C dan 09 B ditemukan endapan tsunami sedangkan untuk kota Palu ditemukan endapan tsunami titik 10. Nilai pemilahan endapan tsunami yang didapatkan di daerah penelitian, menunjukkan bahwa kekuatan arus dan gelombangnya tidak stabil (terpilah buruk) yang berkisar antara 1Φ hingga 2Φ . Nilai suseptibilitas magnetik menggunakan alat suseptibility meter MS2D (Bartington). Nilai suseptibilitas yang didapatkan kemudian dicari nilai rata-ratanya menggunakan rumus rata-rata berbobot. Karakteristik magnetik yang didapatkan dari metode suseptibilitas, untuk sampel 03 B yaitu $91,89 \pm 03 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, sampel 06 C $19,95 \pm 0,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, sampel 09 B $28 \pm 0,29 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ dan sampel 10 $8,8 \pm 0,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$.

Kata Kunci : *Endapan Tsunami, Granulometri, Suseptibilitas.*

Corresponding Author: mutiarakusumawardani2.mk@gmail.com

LATAR BELAKANG

Dalam ilmu Fisika dan geologi ada istilah *paleotsunami*. *Paleo* artinya tua atau purba. *Paleotsunami* berarti tsunami purba atau tsunami yang terjadi pada zaman dahulu. Provinsi Sulawesi Tengah hingga tahun 2000 telah dilanda tsunami sebanyak 24 kali, meskipun tidak semua kejadian dapat dihubungkan dengan kejadian gempa bumi, hanya ada 7 data kejadian tsunami yang benar-benar terhubung dengan peristiwa gempa bumi (Daryono, 2011)

Penelitian paleotsunami ini bertujuan untuk mengetahui tsunami yang pernah terjadi dimasa-masa lalu berdasarkan bukti-bukti fisik. Bukti-bukti yang dimaksud umumnya berupa endapan-endapan tsunami. Material endapan tsunami yang perlu diteliti untuk mengetahui sifat-sifat magnetik dan nonmagnetik endapan tsunami. Pengukuran magnetik yang dilakukan dengan metode suseptibilitas, memungkinkan untuk mengetahui mineralogi dari mineral-mineral magnetik pada endapan tsunami. Pengukuran non magnetik dengan menggunakan metode granulometri akan mencerminkan proses transportasi serta deposisi material sedimen.

Suseptibilitas magnetik merupakan kesebandingan antara vektor medan

magnetik H yang dikenakan pada suatu bahan dengan vektor magnetisasi M , yang dihasilkan pada bahan tersebut. Magnetisasi yang dimiliki pada suatu bahan pada umumnya bergantung pada medan magnetik, namun demikian ada sebagian kecil bahan yang memiliki magnetisasi secara spontan tanpa kehadiran medan magnet luar. Hubungan antara vektor medan magnetik dan magnetisasi pada suatu bahan tersebut diberikan oleh

$$M = \kappa H \quad (1)$$

Dimana M adalah momen magnetik per satuan volume (A/m), H adalah kuat medan magnetik (A/m) dan κ adalah pembanding yang dikenal dengan suseptibilitas magnetik per satuan volume. Untuk bahan isotropi, berupa skala biasa. Tetapi bahan anisotropi, M tidak selalu searah dengan H sehingga κ biasanya dinyatakan dengan sebuah tensor orde dua (Tauxe, 1998).

Granulometri adalah metode analisis batuan sedimen menggunakan analisis pada ukuran batuan sedimen. Menurut Friedman (1979) analisis besar butir dapat dipakai untuk mengetahui proses-proses selama sedimentasi dan dapat digunakan untuk menginterpretasikan lingkungan pengendapan bahkan analisis besar butir sama pentingnya dengan metode-metode lainnya. Analisis ini bertujuan untuk menentukan harga rata-rata, pemilahan,

kemiringan, dan keruncingan pada endapan tsunami dengan menggunakan cara grafik.

BAHAN DAN METODE

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang terdapat di pantai Desa Tonggolobibi Kabupaten Donggala dan di Kota Palu Sulawesi Tengah. Pengukuran dalam penelitian ini dilakukan dengan 2 tahap yaitu pengukuran nonmagnetik dan pengukuran magnetik.

Dalam pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan 2 metode, yaitu;

1. Dengan membuat parit sampel pada lokasi tertentu yang dianggap menyimpan sedimen tsunami. Parit sampel dibuat dengan ukuran $1/2 \text{ m} \times 1/2 \text{ m}$. Metode pengambilan sampel ini dilakukan di Desa Tonggolobibi Kabupaten Donggala Sulawesi Tengah dengan mengambil 9 titik yang berjarak 40m, 50m dan 60m dari bibir pantai. Tempat pengambilan ini didasari pernah terjadinya tsunami dan tanahnya belum dikelola oleh penduduk daerah setempat.
2. Dengan mengambil sampel sedimen tsunami pada singkapan yang ada dengan mengidentifikasi tiap perlapisan pengendapannya. Metode pengambilan sampel ini dilakukan di Kota Palu Sulawesi Tengah.

Pengambilan sampel ini secara acak dengan melihat singkapan yang ada. Dengan mengambil 2 titik yaitu titik 10 dengan jarak ± 376 dari bibir pantai dan titik 11 dengan jarak ± 540 dari bibir bibir pantai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah penelitian Tonggolobibi yang ditunjukkan pada Tabel 1 memiliki rata-rata suseptibilitas berkisar antara $23 \pm 0,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $47,6 \pm 0,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ merupakan suseptibilitas bersifat paramagnetik. Pada daerah penelitian di Desa Tonggolobibi ini lebih didominasi dengan aluvium dan endapan pantai yang merupakan sedimen termuda terdapat pada daerah ini yang merupakan sedimen yang terbentuk dari aktivitas pada laut dangkal

Tabel 1 Nilai rata-rata Suseptibilitas sampel dari daerah Tonggolobibi

Nama	Suseptibilitas ($\times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$)
Titik 1	$31,4 \pm 0,1$
Titik 2	$47,6 \pm 0,2$
Titik 3	$30,6 \pm 0,1$
Titik 4	$40,1 \pm 0,4$
Titik 5	$28,1 \pm 0,1$
Titik 6	$24,6 \pm 0,2$
Titik 7	$28,3 \pm 0,1$
Titik 8	$25,1 \pm 0,2$
Titik 9	$23 \pm 0,1$

Daerah penelitian kota Palu pada Tabel 2 memiliki nilai suseptibilitas $8,8 \pm 0,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ dan $16,8 \pm 0,2 \times 10^{-8}$

$8\text{m}^3/\text{kg}$ merupakan nilai suseptibilitas magnetik yang bersifat paramagnetik. Menurut Tjia dan Zakaria, (1974), kehadiran batugamping koral di Daerah Palu merupakan proses pengangkatan vertikal dalam kurun waktu 24 ribu tahun terakhir. Kehadiran endapan gamping pasiran hanya ditemukan dominan pada daerah Selatan dari Pantai Palu bagian Timur.

Tabel 2 Nilai rata-rata Suseptibilitas sampel dari daerah Kota Palu

Nama	Suseptibilitas ($\times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$)
Titik 10	$8,8 \pm 0,3$
Titik 11	$16,8 \pm 0,2$

Pengolahan data nonmagnetik di Desa Tonggolobibi Kabupaten Donggala dapat dilihat pada Tabel 3 sampai Tabel 11 dan untuk Kota Palu pada Tabel 12 dan Tabel 13. Daerah penelitian Tonggolobibi untuk titik 01, 04, dan 07 yang berada pada jarak 40 m dari bibir pantai titik 02, 05, dan 08 yang berjarak 50 m dari bibir pantai dan titik 03, 06 dan 09 yang berjarak 60m dari bibir pantai. Pada lokasi pengambilan sampel ini memiliki dua macam ukuran butir pasir yaitu sangat kasar dan kasar. Adanya faktor kecenderungan peningkatan ukuran butir yang ditemukan pada daerah penelitian ini disebabkan oleh sifat arus yang menyeleksi ukuran butir yang dipindahkan dalam proses sedimentasi. Dayer (1986)

menjelaskan bahwa sedimen yang berukuran lebih halus akan lebih mudah berpindah dan cenderung lebih cepat daripada ukuran lebih besar. Ukuran butir halus terangkut dalam bentuk suspensi sedangkan bentuk kasar terangkut pada dekat dasar laut. Selanjutnya partikel yang lebih besar akan tenggelam lebih cepat dibandingkan dengan partikel lebih kecil.

Nilai pemilahan atau pemilihan menggambarkan tingkat keseragaman butir sedimen. Nilai pemilahan yang didapatkan di daerah penelitian Tonggolobibi ada tiga jenis yaitu agak baik, sampel terpilah sedang dan sampel terpilah buruk. Sedangkan untuk di wilayah Kota Palu pada titik 10 tergolong kedalam pemilahan terpilah buruk dan titik 11 tergolong sampel terpilah sedang. Hal ini menunjukkan tingkat kestabilan kondisi arus dan gelombang. Nilai pemilahan yang termasuk dalam terpilah agak baik yang memiliki besar ukuran butir yang agak berbeda maka kekuatan arus dan gelombangnya agak stabil artinya kekuatannya hampir sama sehingga besar butiran sedimen yang diendapkan juga hampir sama atau tidak jauh berbeda. Untuk pemilahan buruk dengan perbedaan bentuk ukuran butir sangat mencolok maka kekuatan arus dan gelombangnya tidak stabil, artinya kekuatannya tidak sama setiap saat hingga besar butir sedimen

yang diendapkan berbeda sangat mencolok
(Rifardi, 2012).

Tabel 3. Hasil analisis Granulometri di Tonggolobibi Titik 1

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
01 A	0,09Φ	0,94	0,87	Terpilah sedang	-0,02	Mendekati simetris	1,49	Leptokurtic
01 B	-0,04Φ	1,03	1,03	Terpilah buruk	-0,73	Sangat kasar	1,37	Leptokurtic
01 C	-0,72Φ	1,65	0,61	Terpilah baik	-0,52	very coarse skewed	0,72	Platykurtic

Tabel 4 Hasil analisis Granulometri di Tonggolobibi Titik 2

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
02 A	0,26Φ	1,08	1,03	Terpilah buruk	-0,05	Kasar	2,16	Sangat runcing
02 B	0,26Φ	1,08	1	Terpilah buruk	-0,44	Sangat kasar	1,81	Sangat runcing
02 C	-0,74Φ	1,71	0,84	Terpilah baik	-2,99	Sangat kasar	1,02	Runcing

Tabel 5 Hasil analisis Granulometri di Tonggolobibi Titik 3

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
03 A	0,40Φ	0,95	1,08	Sangat kasar	1,32	Sangat Halus	2,67	Sangat runcing
03 B	0,23Φ	1,08	1,02	Sangat kasar	0,03	Mendekati simetris	1,94	Sangat runcing
03 C	-0,32Φ	1,25	0,91	Sedang	-1,73	Sangat kasar	1,90	Sangat runcing

Tabel 6 Hasil analisis Granulometri di Tonggolobibi Titik 4

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
04 A	0,00Φ	1,00	0,92	Terpilah Sedang	0,1	Halus	1,54	Runcing
04 B	-0,45Φ	1,35	0,79	Terpilah Sedang	-0,44	Sangat kasar	0,88	Datar
04 C	-0,55Φ	1,51	0,66	Terpilah Baik	-0,54	Sangat kasar	0,85	Datar

Tabel 7 Hasil analisis Granulometri di Tonggolobibi Titik 5

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
05 A	-0,28Φ	1,05	0,96	Terpilah sedang	-0,68	Sangat kasar	1,68	Sangat runcing
05 B	-0,13Φ	1,08	0,82	Terpilah sedang	-0,64	Sangat kasar	1,24	Sangat runcing
05 C	-0,22Φ	1,2	0,71	Terpilah sedang	-0,56	Sangat kasar	0,94	Normal
05 D	-0,72Φ	1,7	0,65	Terpilah baik	-1,04	Sangat kasar	0,80	Datar

Tabel 8 Hasil analisis Granulometri di Tonggolobibi Titik 6

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
06 A	-0,05Φ	1,03	0,95	Terpilah sedang	-0,5	Sangat halus	1,91	Sangat runcing
06 B	-0,58Φ	1,50	0,77	Terpilah sedang	-1,19	Sangat kasar	1,05	runcing
06 C	-0,24Φ	1,18	1,00	Terpilah buruk	-1,15	Sangat kasar	1,91	Sangat runcing

Tabel 9 Hasil analisis Granulometri di Tonggolobibi Titik 7

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
07 A	0,05Φ	0,97	0,88	Terpilah sedang	0,12	Sangat halus	1,51	Runcing
07 B	-0,30Φ	1,23	0,74	Terpilah sedang	-0,27	Kasar	0,94	Normal
07 C	-0,79Φ	1,73	0,60	Terpilah baik	-0,8	Sangat kasar	0,68	Datar

Tabel 10 Hasil analisis Granulometri di Tonggolobibi Titik 8

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
08 A	-0,07Φ	0,95	0,90	Terpilah sedang	-0,05	Mendekati simetris	1,56	Sangat runcing
08 B	-0,12Φ	1,08	0,82	Terpilah sedang	-0,18	Kasar	1,27	Runcing
08 C	-0,57Φ	1,48	0,68	Terpilah baik	-0,63	Sangat kasar	0,84	Datar

Tabel 11 Hasil analisis Granulometri di Tonggolobibi Titik 9

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
09 A	0,18Φ	1,33	0,92	Terpilah sedang	-0,13	Sangat kasar	1,63	Sangat runcing
09 B	0,34Φ	1,27	1,03	Terpilah buruk	-1,21	Sangat kasar	2,03	Sangat runcing
09 C	-0,16Φ	1,12	0,96	Terpilah sedang	-1,15	Sangat kasar	1,72	Sangat runcing

Tabel 12 Hasil analisis Granulometri di Palu Titik 10

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
10 A	-0,34Φ	1,26	1,08	Terpilah Buruk	-0,16	Sangat kasar	2,41	Sangat Runcing
10 B	-0,52Φ	1,43	1,15	Terpilah Buruk	-4,07	Sangat kasar	2,91	Sangat Runcing

Tabel 13 Hasil analisis Granulometri di Palu Titik 11

Nomor Sampel	Rata-rata		Pemilahan		Kemiringan		Keruncingan	
11 A	0,18Φ	0,88	0,95	Terpilah Sedang	0,07	Halus	1,51	Sangat Runcing
11 B	0,08Φ	0,58	0,89	Terpilah Sedang	2,13	Sangat halus	1,72	Sangat Runcing
11 C	0,00Φ	1,00	0,95	Terpilah Sedang	0,15	Halus	1,84	Sangat Runcing

Keruncingan mengukur puncak kurva sebaran sedimen dan berhubungan dengan penyebaran distribusi normal sebaran butir sedimen. Nilai keruncingan digunakan untuk menguatkan asumsi yang dibuat tentang pola arus melalui analisis sorting (Rifardi, 2012). Pada daerah penelitian Tonggolobibi kebanyakan sampel memiliki nilai keruncingan yang mempunyai puncak sangat tajam

menggambarkan sedimen yang terpilah baik. Pada titik 04B, 05C dan 07B menunjukkan kurva yang sama dengan kurva normal. Kurva yang sangat datar, lebih lebar dan lebih rendah daripada kurva distribusi normal menggambarkan sedimen terpilah buruk ini ditunjukkan pada sampel 05A, 05B, 01C, 04C, 07C, dan 08C. Untuk sampel yang berada di kota Palu memiliki keruncingan sama

yaitu runcing, yang memiliki sedimen yang terpilah baik.

Skweness memberikan informasi terhadap kecenderungan sebaran butiran sedimen. Jika *kemiringan* positif maka sebaran butiran cenderung didominasi oleh partikel-partikel halus dan sebaliknya nilai *kemiringan* negatif sebaran butiran sedimen cenderung didominasi oleh partikel-partikel kasar. Kecenderungan ini secara langsung menggambarkan dominasi kekuatan energi yang bekerja (Rifardi, 2012). Rata-rata nilai kemiringan pada sampel ini berada pada kisaran -1,00 hingga -0,1 kecuali pada titik sampel 03A, 04A, 05A, 06A, 07A dan 09 A yang bernilai positif sedangkan sampel 01A dan 03B yang memiliki nilai yang mendekati simetris. Nilai negatif pada sampel menunjukkan bahwa pada titik sampel tersebut didominasi oleh partikel yang berukuran lebih kasar. Menurut Rifardi (2012) kapasitas dan kompetensi arus dan gelombang lebih besar dibandingkan dengan titik sampel lainnya, seiring dengan peningkatan energi dan kecepatan aliran gelombang sehingga dapat mengangkut material sedimen yang berukuran lebih besar. Begitupun sebaliknya pada nilai positif yang lebih dominan membawa partikel dengan ukuran butir yang halus karena kapasitas arus dan gelombang yang kecil. Berdasarkan penelitian yang telah

dilakukan di Desa Tonggolobibi dan Kota Palu didapatkan karakteristik dengan metode granulometri didapatkan bahwa di daerah Tonggolobibi pada sampel 03 B, 06 C dan 09 B ditemukan endapan tsunami sedangkan untuk kota Palu ditemukan endapan tsunami titik 10.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih untuk : Bapak Moh. Rusli yang membantu mengukur sampel batuan di Lab. ITB, Tim yang membantu dalam pengambilan sampel endapan tsunami.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryono (2011). Tataan Tektonik Dan Sejarah Kegempaan Palu, Sulawesi Tengah, Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika (BMKG)
- Dayer, K. (1986). Coastal and Estuarine Sediment Dynamics. John Wiley and sons. Chichester.
- Friedman GM. (1979). Differences in size distribution of population of particles among sands of various origins. *Sedimentologi*. 26:3-32.
- Rifardi. (2012). Ekologi Sedimen Laut Modern, UR PRESS, Pekanbaru.
- Tauxe, L., Gee, J.S., dan Staudigel, H. (1998). Flow Direction in Dikes from Anisotropy of Magnetic Susceptibility Data: The Bootstrap Way, *Journal Of Geophysical Research*. Volume 103
- Tjia, HD. dan TH, Zakaria. (1974). Palu-Koro strike-slip fault zone, Central Sulawesi. *Sains Malaysia*. 3. 67-88.